

Humerus head prosthesis with shaft, neck part and cap

Patent Number: DE19548154

Publication date: 1997-06-26

Inventor(s): KAELIN PETER (CH); HABERMEYER PETER DR MED (DE)

Applicant(s): SQ SERVICES AG (CH)

Requested Patent: DE19548154

Application Number: DE19951048154 19951222

Priority Number(s): DE19951048154 19951222

IPC Classification: A61F2/40

EC Classification: A61F2/30G, A61F2/40C, A61F2/40D

Equivalents:

Abstract

The prosthesis has a neck part (20) which is continuously movably mounted on the shaft (4) in the shaft's lengthwise direction and is fixed to it. The neck part has a lengthwise ridge or insert (5) movably mounted in a matching lengthwise cavity near the head of the shaft. The ridge or insert has a guide opening (19) into which a holder bolt (12) fits. The bolt is mounted, on each side of the opening, in matching holes (22) in the side walls (24) of the cavity. An adjusting screw (14) in or on the shaft is fixed in position by means of a locking bolt or pin (11).

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 48 154 A 1**

⑤1) Int. Cl.⁶:
A61F 2/40

21 Aktenzeichen: 195 48 154.2
22 Anmeldetag: 22. 12. 95
43 Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 19548154 A1

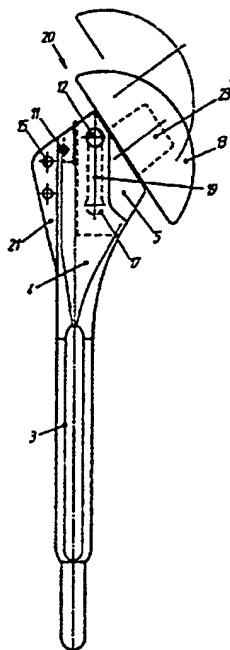
71 Anmelder:

74 Vertreter:
Patentanwälte Ruff, Beier und Partner, 70173 Stuttgart

② Erfinder:
Habermeier, Peter, Dr.med., 70184 Stuttgart, DE;
Kälin, Peter, Unterägeri, CH

54 Humeruskopfprothese

57 Eine Humeruskopfprothese besteht mindestens aus einem Schaft (4), einem Kopfhalsteil (20) sowie einer Kopfkalotte (13). Um einen einmal implantierten Prothesenschaft (4) in seiner Länge verändern zu können, ist das Kopfhalsteil (20) in Schaftlängsrichtung verschieblich an oder in diesem gelagert und mit diesem fest verbindbar.



DE 19548154 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Humeruskopfprothese, bestehend mindestens aus einem Schaft, einem Kopfhalsteil sowie einer Kopfkalotte.

Mit der Entwicklung einer Schulterprothese zur Behandlung von Humeruskopffrakturen hat der New Yorker Orthopäde, Dr. Charles Neer, im Jahre 1951 den Grundstein für die moderne Schulterprothetik gelegt. Die aus einem Schaft mit darauf festfixiertem Kopf bestehende Prothese, die in mehreren Schaft- und Kopfgrößen erhältlich war, wurde unverändert bis zum Jahre 1973 zur Anwendung gebracht. In jenem Jahr erfolgte die Einführung des "Neer-II"-Systems. Dieses bestand aus einem modifizierten Schaft sowie abgeändertem Kopfdesign. Das "Neer-II"-System als unverblockte, kraftschlüssige Prothese besteht aus einer Kopfprothese mit integriertem, nicht entkoppelbarem Schaftanteil, welche mit verschiedenen Schaftlängen, Schaftdicken und Kopfgrößen vorrätig ist.

Die erste Generation von Neuentwicklungen (Biomed, Richards, Intermedics, DePuy, 3M) weist nun abnehmbare, modulare Kalotten auf, die auf eine Schaft-halskomponente aufgesteckt werden. Hierbei handelt es sich um ein modulares Konzept, das durch die auf steckbare bzw. abnehmbare Kalotte operationstechnische Vorteile bei der Implantation bzw. Revision bildet.

Eine zweite Generation von Neuentwicklungen (Tornier) berücksichtigt durch ein mehrfach modulares System die anatomischen Eigenheiten des Schultergelenkes. Diese Humeruskopfprothese besteht aus einem 3-fach modularen System, zusammengesetzt aus Schaft, Winkeladapter und Kopfkalotte. Die drei Anteile Schaft, Winkeladapter und Kopfkalotte sind in jeweils verschiedenen Dimensionen vorrätig, so daß individuelle Unterschiede der Schaftdicke, des Inklinationswinkels (Schafthalswinkel) sowie Kopfgröße berücksichtigt werden können. Die Kopfkalotte weist darüberhinaus ein exzentrisches Verankerungssystem auf dem Winkeladapter auf. Dadurch können verschiedene Rotationsstellungen des Kopfes gegenüber dem Winkeladapter eingenommen werden. Dieses Konstruktionselement ermöglicht, den interindividuellen unterschiedlichen Humeruskopfmittelpunkt gegenüber der Schaftachse nachzuempfinden. Durch exzentrisches variables Aufstecken der Kopfkalotte läßt sich dem individuellen mediadorsalen "Offset" des Humeruskopfmittelpunktes gegenüber der Schaftachse Rechnung tragen.

Mit der von der Firma Tornier vorgestellten 3-fachen modularen Humeruskopfprothese ist der gegenwärtige Stand der Technik formuliert. Dennoch weist diese Prothese für den Operateur noch konstruktive Mängel auf.

Bei Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes, insbesondere bei größerer Fragmentverschiebung, osteoporotischen Knochen, im höheren Alter des Patienten und bei höhergradigen Kopfrümmerfrakturen besteht die Indikation zum prosthetischen Ersatz des Oberarmkopfes. Besonders bei den dislozierten Vier-Fragmentfrakturen haben die Ergebnisse bei der operativen Versorgung mittels Plattenosteosynthese oder Minimalosteosynthese nicht die gewünschten Resultate erbracht. Die konventionelle Versorgung mittels Plattenosteosynthese oder Minimalosteosynthese führen in einem hohen Prozentsatz zur avasculären Kopfnekrose. Letztlich ist das Ausmaß des eingetretenden Gewebebeschadens, insbesondere die Störung der Gefäßdurchblutung, entscheidend für das Ausheilungsergebnis.

Bedingt durch die schlechten Ergebnisse mit her-

kömmlichen operativen Verfahren und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß bei Mehrfragmentfrakturen der eingetretene Gefäßschaden auch durch operationstechnische Maßnahmen nicht korrigiert werden kann, ist heute die Implantation einer Humeruskopfprothese die Therapie der Wahl bei der dislozierten Mehrfragmentfraktur des Humeruskopfes.

Bei der Implantation einer Humeruskopfprothese im Rahmen einer Frakturversorgung sind folgende Operationsziele anzustreben:

- Prothetischer Ersatz der Humeruskopfgelenkfläche
- Ausgleich des Höhenverlustes im Bereich der Frakturzone (chirurgischer Hals)
- Refixation der Tubercula und
- Rekonstruktion der Rotatorenmanschette.

Bei diesen Operationszielen ist besonders die Wiederherstellung der korrekten Höhe von entscheidender Bedeutung. Ein zu tief implantiertes künstliches Schultergelenk führt zu einem erheblichen Funktionsverlust, da aufgrund fehlender Vorspannung des M.deltoides (Muskulatur oberhalb der Schulter zum Heben des Armes) keine ausreichende Abdunktionskraft entwickelt werden kann.

Die oben beschriebenen, bisher auf dem Markt befindlichen Schulterprothesen bestehen, wie beschrieben, aus einem Schaftanteil, einem modularen Kopf als Kalottenersatz sowie fakultativ bzw. gegebenenfalls aus einem Winkeladapter zur Wiederherstellung der korrekten Kopfhalslänge. Es gibt aber bisher keine Möglichkeit, auch nicht mit den oben erwähnten modularen, neu entwickelten Komponentensystemen, die ursprüngliche Oberarmlänge durch einen integrierten Einstellmechanismus korrekt auszugleichen. Der heutige Stand der Technik besteht darin, approximativ die Oberarmlänge zu bestimmen und den Prothesenschaft so einzuzementieren, daß die richtige Länge wieder hergestellt wird. Ist der Knochenzement ausgehärtet, so läßt sich bei einer einmal vorbestimmten Höhe das Implantat in seiner Länge nicht mehr verändern.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Humeruskopfprothese vorzuschlagen, welche nach ihrer Verankerung und Zementierung eine sekuläre Verstellung der Prothesenlänge ermöglicht.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Humeruskopfprothese gemäß dem Wortlaut insbesondere nach Anspruch 1 vorgeschlagen. Erfindungsgemäß wird entsprechend nach durchgeführter Zementierung des Prothesenschafts eine integrierte Längenverstellung für den Kopfhalsbereich vorgeschlagen, um eine Feinkorrektur auch nach abgeschlossener Zementierung zu ermöglichen. Durch diesen Einstellmechanismus kann auch die Spannung der Rotatorenmanschette, welche über die Tubercula mit der Prothese in Verbindung steht, abschließend justiert werden.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Humeruskopfprothese finden sich in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 9.

Die Erfindung wird nun anschließend beispielsweise und unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 in Seitendraufsicht schematisch eine erfindungsgemäße Humeruskopfprothese in zusammengesetzter Darstellung,

Fig. 2 den Kopfteil der Prothese aus Fig. 1 mit län-

genkorrigiert angeordnetem Kopfhalsteil,

Fig. 3a, 3b u. 3c den Kopfbereich des Schaftes sowie das Kopfhalsteil seitlich perspektivisch dargestellt und in auseinandergezogenem Zustand,

Fig. 4a in Perspektive schematisch dargestellt einen Exzenterbolzen für das Zusammenhalten von Kopfhalsteil und Schaft,

Fig. 4b den Schnitt durch Exzenterbolzen entlang der Linie I-I und

Fig. 5 schematisch dargestellt die Funktionsweise des Kopfbereiches von Schaft und Kopfhalsteil in vergrößerter Darstellung.

In Fig. 1 ist in Seitenansicht schematisch eine erfundungsgemäße Humeruskopfprothese dargestellt, bestehend aus dem Schaft 4, dem Kopfhalsteil 20 sowie der Kopfkalotte 13. Im Kopfbereich des Schaftes 4 ist eine mittige Längsaussparung 25 ausgebildet, wie in Fig. 3a erkennbar. In dieser Aussparung längsverschieblich eingelassen ist ein Schiebeeinsatz 5 des Kopfhalsteiles 20, wie besonders gut erkennbar in Fig. 3b.

Weiter umfaßt der Schaft 4 üblich vorgesehene konstruktive Merkmale, wie beispielsweise das Einstechteil 3, im Kopfbereich eine rückwärtige Finne 21 mit darin vorgesehenen Befestigungslöchern 15, mittels welchen beispielsweise eine provisorische Drahtsicherung be werkstellt werden kann.

In Fig. 1 nun ist das Kopfhalsteil in "eingefahrenem" Zustand dargestellt, d. h. die Humeruskopfprothese in ihrer kürzesten Längsausdehnung.

Demgegenüber zeigt Fig. 2 den Kopfbereich des Schaftes 4 analog Fig. 1 mit dem Kopfhalsteil 20 in "ausgefahremem" Zustand, d. h. mit der Humeruskopfprothese in ihrer längstmöglichen Ausdehnung. Dabei ist deutlich erkennbar, daß die Längsverschieblichkeit des Kopfhalsteiles mittels einer Längsführung 19 ermöglicht wird, welche durch einen Halte- oder Exzenterbolzen 12 am Schaft 4 gehalten wird. Durch die Längsverschieblichkeit des Kopfhalsteiles 20 in bezug auf den Schaft 4 wird damit automatisch auch die Kopfkalotte 13 in bezug auf den Schaft 4 längsverschoben, wie in Fig. 2 durch die beiden Referenzzahlen 13¹ und 13² schematisch dargestellt. Dabei zeigt 13² die kürzest mögliche Positionierung der Kalotte, während die Position 13¹ die größte Längsausdehnung darstellt.

In den Fig. 3a, 3b und 3c sind der Kopfbereich des Schaftes 4 sowie das Kopfhalsteil 20 in demontiertem Zustand dargestellt, um so ein besseres Verständnis der erfundungsgemäß vorgeschlagenen Konstruktion zu ermöglichen.

Fig. 3a zeigt in Perspektive den Kopfbereich des Schaftes 4, aufweisend die bereits erwähnte mittige Längsaussparung 25 mit den beiden seitlichen Wandungen 24. Für das Anordnen des erwähnten Haltebolzens 12 sind je in den seitlichen Wandungen 24 Bohrungen 22 vorgesehen. Ebenfalls erkennbar ist eine weitere Sicherungslochung 10, auf deren Sinn und Funktionsweise, unter Bezug auf Fig. 5, näher eingegangen wird.

Fig. 3b zeigt in Perspektive schematisch das Kopf halsteil 20, aufweisend den Schiebeeinsatz 5, welcher dazu vorgesehen ist, um in der Längsaussparung 25 längsverschieblich angeordnet zu werden. Für eine klar definierte schlittenartige Längsverschieblichkeit weist das Kopfhalsteil einen verdickten Schiebeeinsatzteil 5, auf, welcher je seitlich über einen Absatz 29 mit dem einzuführenden Schiebeeinsatz 5 verbunden ist. Dieser Absatz 29 ist dazu vorgesehen, um schlittenartig auf den beiden Endkanten der Wandungen 24 des Schaftes 4 zu gleiten. Gehalten wird das Kopfhalsteil 20 am Schaft 4

mittels eines Halte- oder Exzenterbolzens 12, welcher in Fig. 4a dargestellt ist und welcher in eine Längsführung 19 eingreift, welche sich entlang dem Schiebeeinsatz 5 erstreckt. Erkennbar schlußendlich in Fig. 3b ist der Konus 23, auf welchen die Kopfkalotte 13 aufgesteckt werden kann.

Fig. 3c zeigt das Halsteil 20 aus Fig. 3b in Ansicht, in Pfeilrichtung A gesehen. Dabei sind Gewindegänge 31 erkennbar, welche frontseitig am Schiebeeinsatz 5 entlang der annähernd ganzen Länge ausgebildet sind. Diese Gewindegänge 31 sind für die Längsverschiebung des Kopfhalsteiles 20 in bezug auf den Schaft 4 verantwortlich, wobei auf die Funktionsweise in bezug auf Fig. 5 näher eingegangen wird. Ebenfalls aus Fig. 3c sind die beiden seitlich zum Schiebeeinsatz ausgebildeten Längsabsätze 29 erkennbar, welche sich durch das breitere Ausbilden des Schiebeeinsatzes im Bereich 5, ergeben.

In den Fig. 4a und 4b ist der Haltebolzen 21 dargestellt, mittels welchem das Halsteil 20 und der Schaft 4 zusammengehalten werden. Der Haltebolzen 12 umfaßt dabei zwei endständige Partien 32 mit einem größeren Durchmesser, welcher in etwa dem Durchmesser der beiden Lochungen 22 in den Wandungen 24 entspricht. Ebenfalls einen entsprechenden Durchmesser weist das Einschiebeloch 17 auf, welches endständig in der Längsführung 19 angeordnet ist. Zwischen den beiden endständigen Bereichen 32 ist ein mittiger, exzentrisch ausgebildeter Bolzenbereich 33 ausgebildet, dessen Querschnitt in Fig. 4b dargestellt ist. Dabei ist deutlich die exzentrische Positionierung erkennbar, wobei der Querschnitt 33 vorzugsweise etwas kleiner ist als die Breite der Längsführung 19, so daß der Bolzen 12 in der Führung 19 längsverschoben werden kann.

Beim Zusammenfügen von Kopfhalsteil 20 und Schaft 4 wird zunächst das Kopfhalsteil 20 mit dem Schiebeeinsatz 5 in die Aussparung 25 eingeführt, wobei das Einschiebeloch 17 auf die beiden Lochungen 22 auszurichten ist. Nun wird der Bolzen 12 durch die beiden Bohrungen und das Einschiebeloch 17 geführt, was insbesondere durch den vergrößerten Durchmesser des Loches 17 möglich ist. Nach Einführung des Bolzens wird das Kopfhalsteil 20 etwas in Richtung Schaft 4 verschoben, womit durch den kleineren Breitendurchmesser der Längsführung 19 der Bolzen 12 festgehalten wird und nicht mehr aus den beiden Lochungen 22 entfernt werden kann.

Anhand von Fig. 5 und unter Bezug auf die vorab beschriebenen Figuren wird die Funktionsweise der erfundungsgemäßen Humeruskopfprothese beschrieben. Mit anderen Worten wird beschrieben, wie im Falle eines operativen Einsatzes der Humeruskopfprothese die Feinlängeneinstellung erfolgt.

Nach Einzementierung des Schaftes 4 wird das Kopf halsteil 20 mittels einer Stellschraube 14, welche zwischen Schaft und Kopfhalsteil angeordnet ist und deren Schraubengewinde in den Gewindegängen 31 am Schiebeeinsatz 5 des Kopfhalsteiles eingreift, in Längsrichtung verschoben. Die Betätigung der Stellschraube 14 erfolgt dabei mittels eines beispielsweise 6-kantig ausgebildeten Drehstiftes, welcher in eine entsprechende 6-kantig ausgebildete Aussparung 14' der Stellschraube 14 eingreift. Um die Positionstreue der Stellschraube 14 sicherzustellen, ist weiter ein Sicherungsstift 11 angeordnet, welcher in der vorab erwähnten Sicherungslochung 10 eingelassen ist. Durch Drehen der Stellschraube 14 wird das mittels Bolzen 12 am Schaft gehaltene Kopfhalsteil 20 in Pfeilrichtung bzw. in Schaftlängsrich-

tung sowohl gegen den Schaft oder vom Schaft so lange verschoben, bis die gewünschte Länge erreicht worden ist. Diese ist beispielsweise abhängig von der einzustellenden Spannung der Rotatorenmanschette, wie eingangs der vorangehenden Beschreibung dargelegt. Das Fixieren des Kopfhalsteiles 20 in bezug auf den Schaft erfolgt mittels des Haltebolzens 12, indem dieser wiederum mittels eines 6-Kant-Drehstiftes, eingeführt in die Aussparung 12', gedreht wird. Da die Position des exzentrisch angeordneten Abschnittes 33 leicht versetzt ist wird das Schiebeteil an den Grund resp. die rückseitige Wandung der Aussparung 25 gedrückt und somit verklemmt. Je nachdem, vor oder nach dem klemmenden Arretieren schließlich, kann die Kopfkalotte 13 auf den Kalottenhaltekörper 23 aufgesetzt werden. Dabei ist es möglich, daß weitere Justiermittel vorgesehen sind, um die Kopfkalotte 13 in unterschiedlicher Position in bezug auf das Kopfhalstein 20 anzurordnen bzw. mit diesem fest arretiert zu verbinden. Derartige Justiermittel sind jedoch bereits aus dem Stand der Technik bekannt.

In den Fig. 1 bis 5 ist ein Beispiel einer erfundungsgemäß definierten Humeruskopfprothese dargestellt, welches selbstverständlich in x-beliebiger Art und Weise abgeändert, variiert oder modifiziert werden kann. Wesentlich dabei ist, daß beim Setzen der Prothese bzw. nach dem Einzementieren des Schafthes nach wie vor eine sekuläre Verstellung bzw. ein stufenloses Verändern der Position des Kopfhalsteiles bzw. der Kalotte in bezug auf die Längsachse des Schafthes möglich ist. In einer einmal eingestellten Position des Kopfhalsteiles in bezug auf den Schaft muß eine feste Arretierung möglich sein. Dabei ist es unwesentlich, ob die Verstellbarkeit durch Maßnahmen bzw. Verstellmittel im Kopfbereich des Schaftheiles, an der Verbindung Schaftheil/Kopfhalstein oder im Kopfhalstein selbst erreicht werden kann. Auch wird in den Beispielen nicht auf die Materialwahl der Prothese eingegangen, da die für die Prothese verwendeten Materialien an sich bestens aus dem Stand der Technik bekannt sind. Bekannt ist auch die unterschiedliche Materialwahl, beispielsweise für das Herstellen der Humeruskopfkalotte selbst, welcher beispielsweise aus Metall, einer Legierung oder aus einem Keramikmaterial hergestellt werden kann.

45

Patentansprüche

1. Humeruskopfprothese, bestehend mindestens aus einem Schaft (4), einem Kopfhalstein (20) sowie einer Kopfkalotte (13), dadurch gekennzeichnet, daß das Kopfhalstein (20) in bezug auf den Schaft (4) in Schaftlängsrichtung verschieblich an oder in diesem gelagert und mit diesem fest verbindbar ist.
2. Humeruskopfprothese, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopfhalstein (20) stufenlos in bezug auf den Schaft verschiebbar und fest positionierbar ist.
3. Humeruskopfprothese, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopfhalstein (20) mit einer Längsrippe bzw. einem Längseinsatz (5) in einer entsprechenden längsausgebildeten Ausnehmung (25) im Bereich des Kopfteiles des Schafthes (4) schlitzenartig längsverschieblich gelagert ist.
4. Humeruskopfprothese, insbesondere nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Längsrippe bzw. dem Längseinsatz (5) eine längsausgebildete Führungsöffnung (19) vorgesehen ist,

in welche ein Halteboizen (12) eingreift bzw. durch welche der Bolzen hindurchverläuft, welcher Bolzen je seitlich der Öffnung in entsprechenden Bohrungen (22) der Seitenwandungen (24) der Ausnehmung (25) gelagert ist.

5. Humeruskopfprothese, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im oder am Schaft (4) eine an Ort drehbare Stellschraube (14) vorgesehen ist, welche mittels eines Arretierbolzens oder Sicherungsstiftes (11) fest positionierbar ist und welche bei einer Drehbewegung in an einer Wandung der Längsrippe bzw. dem Längseinsatz (5) vorgesehenen Gewindegängen (31) eingreifend das Kopfhalstein (20) in Schaftlängsrichtung verschiebt.

6. Humeruskopfprothese, insbesondere nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellschraube (14) im Bereich der rückseitigen Wandung der Ausnehmung (25) angeordnet ist und daß die Gewindegänge (31) entsprechend in der Frontpartie der Längsrippe bzw. dem Längseinsatz (5) vorgesehen sind.

7. Humeruskopfprothese, insbesondere nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsöffnung bzw. Längsführung (19) in der Längsrippe bzw. dem Längseinsatz (5) einen endständigen Durchgang (17) aufweist, mit größerem Durchmesser als die Breite der Längsöffnung (19), und daß der Bolzen (12) dreiteilig ausgebildet ist mit je einer endständigen, zylindrischen Partie (32) mit einem Durchmesser wenig kleiner als der Durchmesser des endständigen Durchgangs (17) und größer als die Breite der Längsöffnung (19) und mit einer mittigen exzentrisch angeordneten Partie (33) mit einem Durchmesser wenig kleiner als die Breite der Längsöffnung bzw. Längsführung (19), welche mittels Drehens des Bolzens (12) das Kopfhalstein (20) festklemmend mit dem Schaft (4) zu verbindet.

8. Humeruskopfprothese, insbesondere nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellschraube (14) und/oder der Bolzen (12) von außen zugänglich betätigbar sind, vorzugsweise mittels vier- oder mehrkantigen Vertiefungen (12', 14'), in welche entsprechend ausgebildete Werkzeuge eingreifbar sind.

9. Humeruskopfprothese, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopfkalotte (13) mit Kopfhalstein (20) verschiebbar am Schaft (4) unterschiedlich positionierbar und mit diesem fest verbindbar ist.

10. Verfahren zur Einstellung der Vorspannung des M.deltoides bzw. der Spannung der Rotatorenmanschette eines Schultergelenkes beim Implantieren einer Humeruskopfprothese, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Setzen des Prothesenschaftes die Prothesenlänge durch Verschieben des Kopfhalsteiles und/oder der Kalotte mindestens in Längsachsrichtung des Schafthes entsprechend der einzustellenden Spannung gewählt und festgelegt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

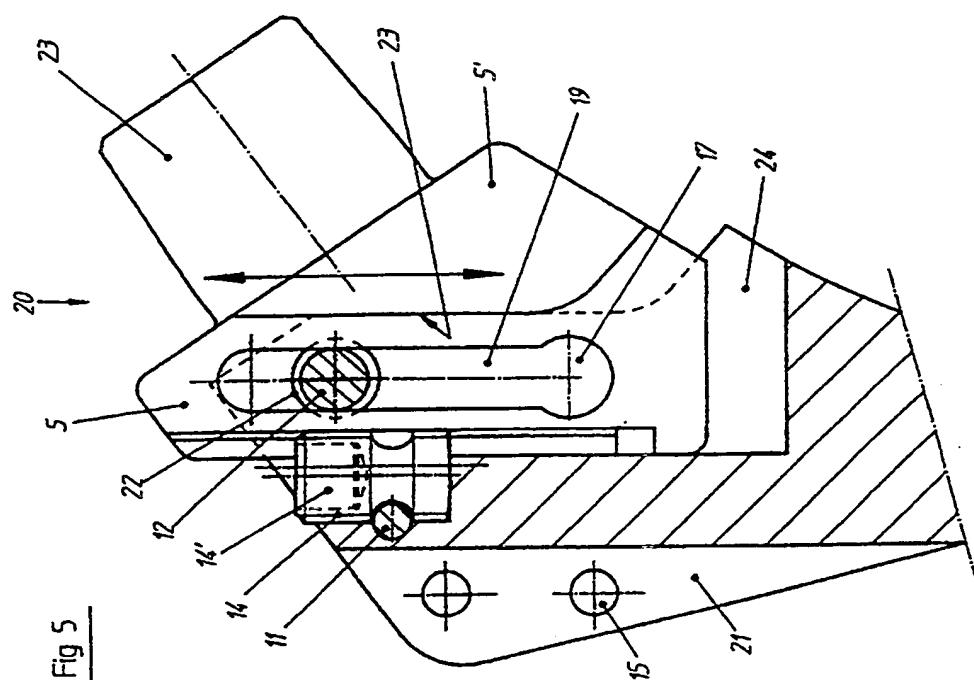


Fig 5

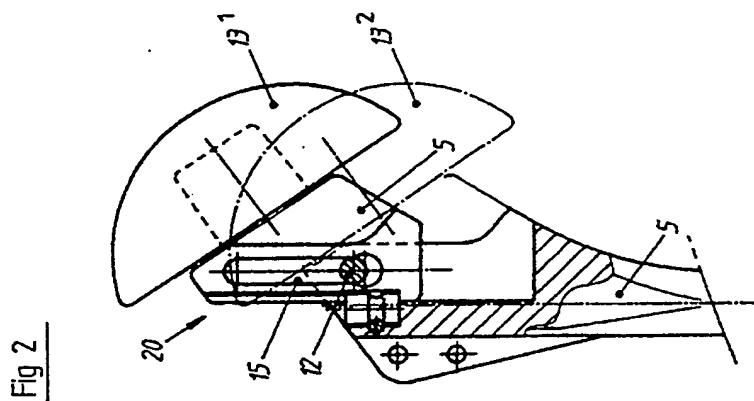


Fig 2

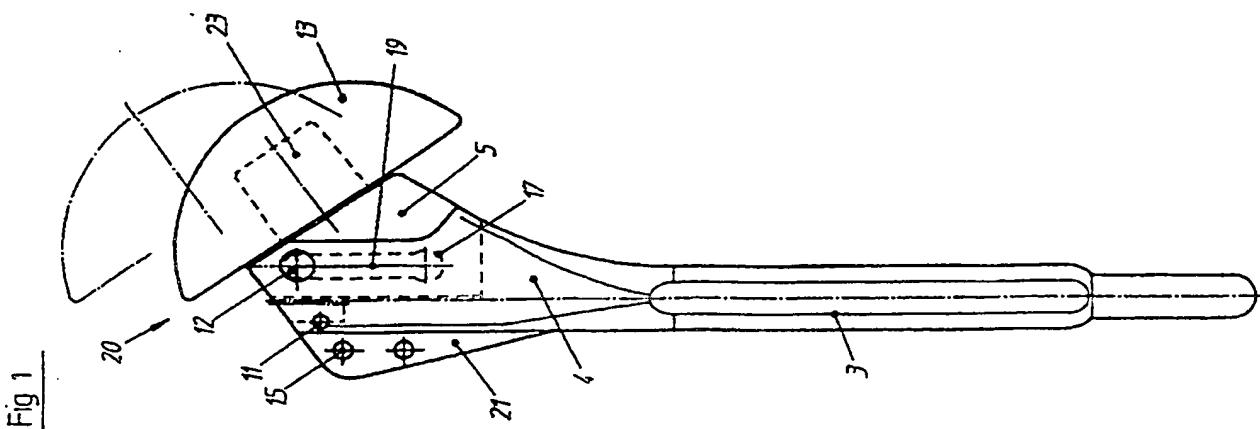


Fig 1

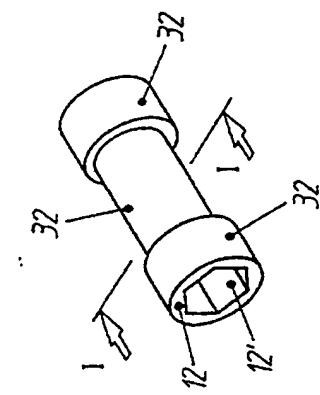


Fig 4a



Fig 4b

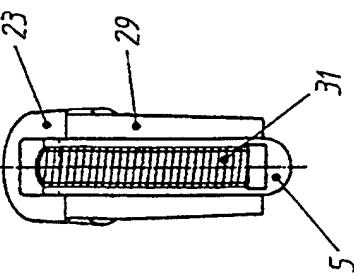


Fig 3c

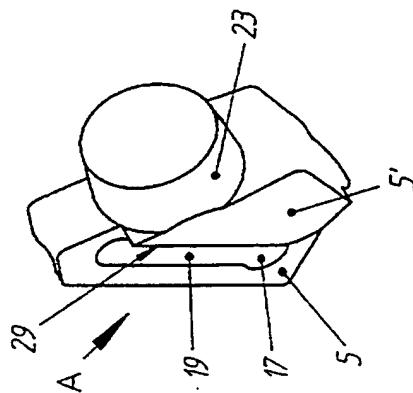


Fig 3b

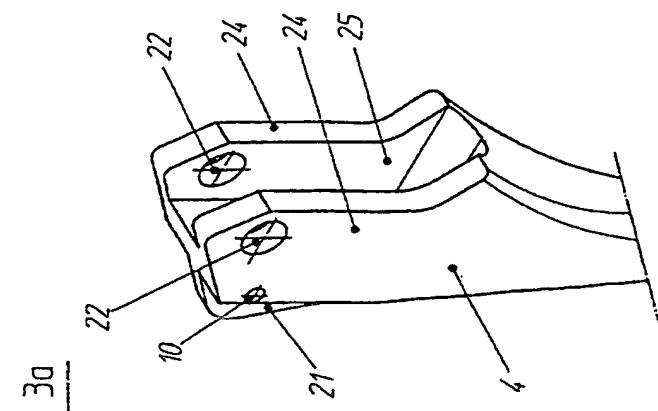


Fig 3a